
Implementasi Manajemen Bandwidth Per Connection Queue (PCQ) untuk Meningkatkan Kualitas Layanan Jaringan Sekolah

Moh. Iqbal Maulidani¹, Miftahur Rahman², Ginanjar Abdurrahman³, Moh. Dasuki⁴, Luluk Handayani⁵
^{1,2,3,4,5}Prodi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember, Indonesia

Info Artikel

Riwayat Artikel:

Diterima : **28-Mei-2026**

Direvisi : **19-Juni-2026**

Disetujui : **6-Juli-2026**

Kata Kunci:

Manajemen Bandwidth,
Per Connection Queue (PCQ),
Jaringan Komputer,
Internet

ABSTRAK

Seiring meningkatnya pemanfaatan internet di sekolah, kebutuhan terhadap kualitas layanan jaringan (Quality of Service/QoS) yang stabil dan merata menjadi sangat penting. Penggunaan aplikasi pembelajaran daring, sistem administrasi berbasis web, serta pelaksanaan Tes Kemampuan Akademik (TKA) menyebabkan peningkatan lalu lintas jaringan, khususnya pada jam sibuk, sehingga diperlukan pengelolaan bandwidth yang efektif. Penelitian ini menerapkan metode Per Connection Queue (PCQ) pada router MikroTik untuk mengatur pembagian bandwidth secara otomatis dan proporsional pada jaringan SMP Negeri 3 Balung, guna mencegah penggunaan bandwidth berlebihan oleh pengguna tertentu serta menjaga kestabilan jaringan saat terjadi lonjakan trafik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebelum penerapan PCQ, pembagian bandwidth antar client belum merata. Setelah penerapan PCQ dengan total bandwidth 50 Mbps, bandwidth terbagi otomatis dan seimbang kepada client aktif. Analisis Quality of Service menggunakan Wireshark menunjukkan peningkatan performa jaringan, yaitu throughput meningkat dari 654 Kbps menjadi 764 Kbps, delay menurun dari 12,93 ms menjadi 10,63 ms, dan packet loss tetap 0%. Penerapan manajemen bandwidth berbasis PCQ terbukti mampu meningkatkan pemerataan bandwidth serta kualitas layanan jaringan di SMP Negeri 3 Balung.

Keywords:

Bandwidth Management,
Per Connection Queue (PCQ),
Computer Network,
Internet

ABSTRACT

Along with the increasing use of the internet in schools, stable and evenly distributed network Quality of Service (QoS) has become essential. The use of online learning applications, web-based administration systems, and Academic Competency Tests (TKA) increases network traffic, especially during peak hours, requiring effective bandwidth management. This study implements the Per Connection Queue (PCQ) method on a MikroTik router to distribute bandwidth automatically and proportionally across the network of SMP Negeri 3 Balung, preventing excessive bandwidth usage by certain users and maintaining stability during traffic spikes. The results show that before PCQ implementation, bandwidth distribution among clients was uneven. After implementing PCQ with a total bandwidth of 50 Mbps, bandwidth was automatically and evenly distributed among active clients. QoS analysis using Wireshark indicates that throughput increased from 654 Kbps to 764 Kbps, delay decreased from 12.93 ms to 10.63 ms, and packet loss remained at 0%. The implementation of PCQ-based bandwidth management proved effective in improving both bandwidth fairness and overall network service quality at SMP Negeri 3 Balung.

Peneliti Korespondensi:

Moh. Iqbal Maulidani,
Program Studi Teknik Informatika,
Universitas Muhammadiyah Jember
Email: labqiwalker@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Internet atau *interconnection networking* atau yang kini lebih dikenal sebagai *international networking* adalah jaringan yang menghubungkan komputer-komputer yang ada di seluruh dunia secara global [1][2]. Perkembangan teknologi informasi telah menjadikan akses internet sebagai kebutuhan utama dalam proses pembelajaran, administrasi sekolah, dan pelaksanaan evaluasi berbasis komputer. Penggunaan aplikasi pembelajaran daring, sistem administrasi berbasis web, serta Tes Kemampuan Akademik (TKA) menyebabkan peningkatan signifikan lalu lintas jaringan, terutama pada jam sibuk kegiatan sekolah, sehingga diperlukan pengelolaan jaringan yang mampu menjamin distribusi akses internet yang stabil bagi seluruh pengguna [3].

Banyak institusi pendidikan yang belum menerapkan manajemen bandwidth secara optimal. Ketiadaan pengelolaan bandwidth yang baik sering menimbulkan permasalahan seperti ketimpangan penggunaan bandwidth, dimana sebagian pengguna dapat mengakses internet secara bebas sementara pengguna lain mengalami penurunan kualitas koneksi. Dampak dari kondisi ini antara lain meningkatnya nilai *delay*, *packet loss*, serta menurunnya *throughput*, yang pada akhirnya dapat mengganggu proses pembelajaran dan kegiatan administrasi sekolah [4]. Pemanfaatan jaringan internet di SMP Negeri 3 Balung telah mencakup berbagai aspek krusial, mulai dari aktivitas instruksional, tata usaha, hingga pengerjaan ujian berbasis komputer. Kendati demikian, temuan dari observasi awal mengindikasikan bahwa infrastruktur jaringan di institusi tersebut belum didukung oleh sistem manajemen bandwidth yang terorganisasi dengan baik, sehingga sering terjadi penurunan kualitas layanan jaringan. Permasalahan ini terlihat dari lambatnya akses internet bagi sebagian pengguna ketika terjadi aktivitas jaringan yang padat, seperti saat pembelajaran daring dan pelaksanaan TKA (Tes Kemampuan Akademik).

Salah satu instrumen teknis yang efektif untuk menyelesaikan persoalan ini adalah optimalisasi bandwidth berbasis *Per Connection Queue (PCQ)*. Pada perangkat router MikroTik, PCQ bertindak sebagai mekanisme kontrol yang mampu mendistribusikan laju data secara mandiri dan merata kepada setiap pengguna yang sedang terhubung ke jaringan. Fungsi utama dari metode ini adalah mencegah terjadinya bandwidth *hogging* (eksploitasi jaringan) oleh pengguna tunggal, sekaligus menjamin konsistensi performa jaringan tetap berada pada level terbaiknya ketika menghadapi fluktuasi *traffic* yang tinggi [5].

Penelitian terdahulu membuktikan efektivitas metode PCQ dalam meningkatkan kualitas layanan jaringan. Penerapan PCQ dilaporkan mampu memfasilitasi pembagian kapasitas jaringan secara proporsional sehingga tercipta pemerataan konektivitas yang optimal dengan indeks *throughput*, *delay*, dan *packet loss* pada kategori sangat memuaskan [6]. Penelitian lain menunjukkan bahwa manajemen bandwidth berbasis PCQ mampu memelihara stabilitas dan mengoptimalkan kapasitas jaringan tanpa memerlukan penambahan kuota dari penyedia layanan internet [7].

Berdasarkan kajian terhadap penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa metode *Per Connection Queue (PCQ)* merupakan solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan pemerataan bandwidth dan peningkatan kualitas layanan jaringan internet. Oleh karena itu, penelitian ini memusatkan kajian pada penerapan manajemen bandwidth menggunakan metode *Per Connection Queue (PCQ)* pada jaringan SMP Negeri 3 Balung. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kualitas layanan jaringan (*Quality of Service/QoS*) sebelum dan setelah penerapan metode PCQ, sehingga diharapkan mampu memberikan rekomendasi yang tepat dalam meningkatkan pemerataan serta kualitas akses internet di lingkungan sekolah.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Network Development Life Cycle (NDLC)* yang meliputi lima tahapan, yaitu analisis, perancangan (*design*), simulasi (*simulation prototyping*), implementasi, dan monitoring [8], tahapan-tahapannya ditunjukkan pada Gambar 1. Objek penelitian dilakukan pada jaringan internet SMP Negeri 3 Balung yang beralamat di Jl. Rambipuji No. 33, Balung, Kabupaten Jember.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.1. Tahap Analisis

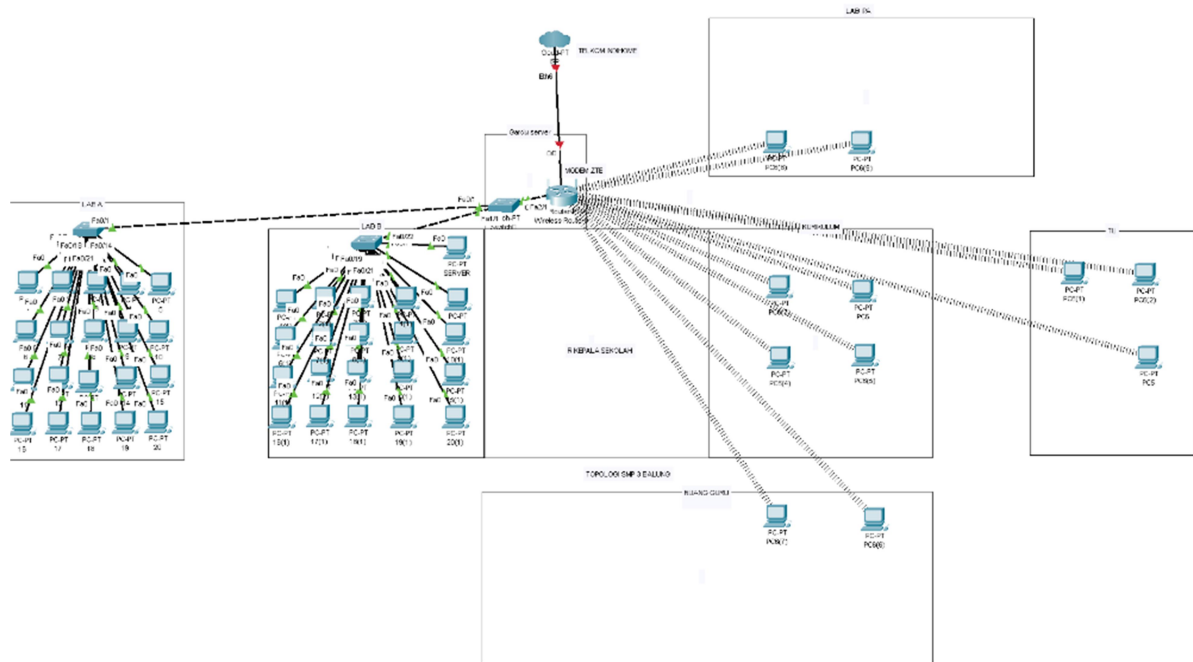
Observasi langsung menunjukkan bahwa jaringan sekolah menggunakan modem ZTE yang terhubung ke ISP IndiHome dengan kapasitas bandwidth 100 Mbps, yang didistribusikan secara nirkabel ke ruang kurikulum, tata usaha, ruang guru, laboratorium IPA, serta dua laboratorium komputer melalui switch LAN. Distribusi bandwidth belum terkelola dengan baik sehingga berpotensi menimbulkan ketimpangan antarpengguna, yang menjadi dasar penerapan metode PCQ pada penelitian ini. Berikut tabel kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan.

Tabel 1. Perangkat Keras dan Lunak yang Digunakan

No	Perangkat	Fungsi
1	Laptop	Digunakan untuk mengkonfigurasi dan menganalisis QoS
2	Router MikroTik	Digunakan untuk manajemen jaringan
3	Access Point	Berfungsi sebagai hotspot penghubung perangkat WI-FI
4	Winbox	Berfungsi untuk meremote MikroTik dalam melakukan konfigurasi
5	Wireshark	Analisis dan pengukuran QoS
6	OS Windows 10	Operating system yang akan digunakan dalam penelitian

2.2. Tahap Desain

Perancangan topologi jaringan dibuat menggunakan Cisco Packet Tracer. Topologi menggabungkan koneksi kabel pada laboratorium komputer dan koneksi nirkabel pada ruang guru, tata usaha, kurikulum, dan laboratorium IPA. Pengalamatan IP menggunakan kelas C dengan subnet /24 agar seluruh klien berada pada satu segmen jaringan, memudahkan pengelolaan dan penerapan PCQ. Seluruh perangkat pengguna terhubung ke satu titik pusat berupa modem ZTE dan router MikroTik, sehingga distribusi bandwidth ke setiap ruangan dapat dipantau dan dikendalikan dari satu titik kontrol yang sama, seperti ditunjukkan pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Topologi Jaringan SMP Negeri 3 Balung

Rencana pembagian bandwidth disusun berdasarkan kebutuhan setiap kelompok pengguna dengan menerapkan metode PCQ, dimana kapasitas bandwidth dibagikan secara seimbang kepada setiap koneksi aktif dalam kelompok. Konfigurasi akhir menetapkan total bandwidth 50 Mbps yang dibagi menjadi dua antrian turunan (child queue), yaitu LAB_UJIAN dengan prioritas 1 (Limit At/Max Limit 50/50 Mbps) dan PRASARANA dengan prioritas 2 (Limit At/Max Limit 30/30 Mbps), sebagaimana disajikan pada Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Rencana Pembagian Bandwidth Menggunakan Metode PCQ

Nama Queue	Target	Priority	Limit At	Max Limit
Total Bandwidth (Parent0)	Eth2 & Eth3	8	-	50/50 Mbps
LAB_UJIAN (Child 1)	Eth2 - 192.168.20.0/24	1	50/50 Mbps	50/50 Mbps
PRASARANA (Child 2)	Eth3 - 192.168.30.0/24	2	30/30 Mbps	30/30 Mbps

Skema pengalamatan IP jaringan menggunakan alamat IP kelas C dengan subnet/24. Skema pengalamatan ini dipilih karena jumlah klien berada dalam satu segmen jaringan sehingga memudahkan pengelolaan dan monitoring jaringan. Skema pengalamatan IP jaringan ditunjukkan pada Tabel berikut:

Tabel 3. Skema Pengalamatan IP

Perangkat	IP Address	Subnet Mask	Gateway	Keterangan
Modem ISP	192.168.1.1	255.255.255.0	192.168.1.1	Sumber Internet
Mikrotik Ether1	DHCP	DHCP	DHCP	Terhubung ke Modem (WAN)
Mikrotik Ether2	192.168.20.1	255.255.255.0	192.168.20.1	Gataway untuk Lab
Mikrotik Ether3	192.168.30.1	255.255.255.0	192.168.30.1	Gataway untuk Prasarana

2.3 Tahap Simulasi dan Implementasi

Simulasi dilakukan untuk memvisualisasikan rancangan topologi dan alur komunikasi data sebelum diterapkan pada jaringan nyata, sekaligus mengidentifikasi kendala teknis yang mungkin timbul. Tahap implementasi meliputi konfigurasi dasar router MikroTik melalui aplikasi Winbox, yaitu pengaturan *interface*, *IP Address*, *DHCP Client*, *DHCP Server*, *IP DHCP Leases Static*, serta *NAT (Network Address Translation)* dengan *action masquerade*. Konfigurasi selanjutnya adalah penerapan PCQ sebagai kunci utama manajemen QoS, dengan menambahkan struktur parent dan child queue agar pembagian bandwidth lebih fleksibel dan dinamis.

2.4 Tahap Monitoring dan Pengujian

Tahap monitoring merupakan langkah penting untuk memastikan infrastruktur jaringan dapat beroperasi sesuai dengan tujuan dan sasaran peneliti pada tahap analisis awal [9]. Peneliti akan menggunakan fitur yang tersedia di tool wireshark yang digunakan untuk memantau lalu lintas jaringan, yang akan dibahas adalah QoS atau *Quality of Service*.

QoS adalah sekumpulan teknologi yang bekerja pada jaringan untuk memastikan kemampuannya dalam menyediakan layanan jaringan komputer dengan kualitas lebih baik, sehingga persyaratan layanan dapat dipenuhi [10]. Untuk menentukan kualitas pelayanan diperlukan parameter sebagai berikut:

$$\text{Throughput} = \text{Total Data Diterima (bit)} / \text{Waktu Penerimaan (detik)} \quad (1)$$

$$\text{Delay} = \text{Total Waktu Tunda (ms)} / \text{Jumlah Paket} \quad (2)$$

$$\text{Packet Loss} = (\text{Jumlah Paket Hilang} / \text{Jumlah Paket Dikirim}) \times 100\% \quad (3)$$

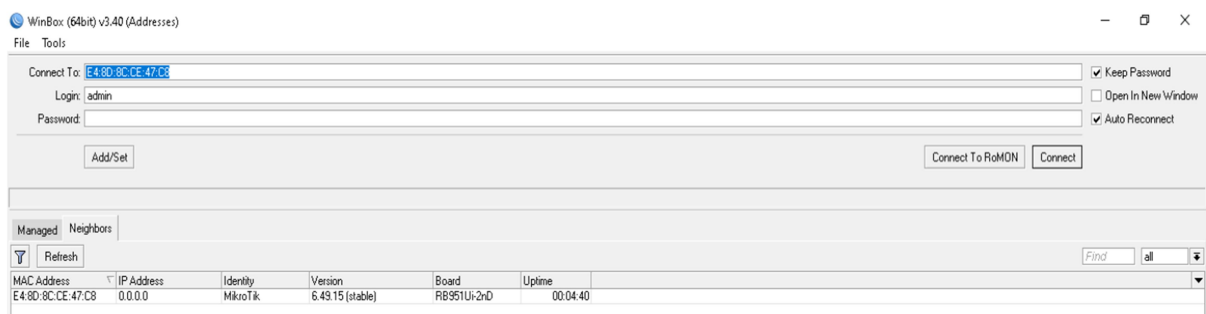
3. HASIL DAN ANALISIS

Penerapan manajemen bandwidth menggunakan *Simple Queue* tipe PCQ pada jaringan SMP Negeri 3 Balung bertujuan mengoptimalkan distribusi bandwidth agar setiap pengguna memperoleh akses jaringan yang adil dan stabil. Berikut disajikan hasil pengujian koneksi serta analisis QoS sebelum dan sesudah penerapan metode PCQ.

3.1 Konfigurasi

Pada bagian ini dijabarkan mengenai tahapan konfigurasi pada router Mikrotik menggunakan software Winbox. Aplikasi Winbox digunakan untuk mengakses dan melakukan konfigurasi router, sehingga memudahkan proses pengaturan parameter jaringan, termasuk konfigurasi pembagian bandwidth, prioritas pengguna, serta pengelolaan trafik jaringan. Berikut tahapan-tahapan konfigurasi yang dilakukan:

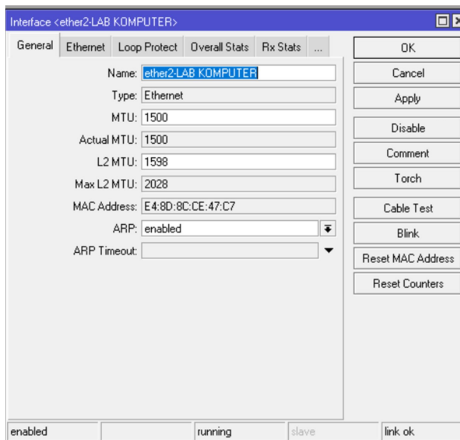
- 1). Pastikan laptop yang digunakan untuk konfigurasi telah tersambung dengan router Mikrotik menggunakan kabel UTP tipe straight pada interface ether2 atau interface yang lain selain ether1, karena pada default configuration router Mikrotik, ether1 diperuntukan khusus untuk kabel yang terhubung ke internet dari ISP.
- 2). Lalu buka software Winbox kemudian login menggunakan MAC Address atau IP Address dengan default account (Username : admin, Password : (kosong)). Kemudian klik tombol Connect.



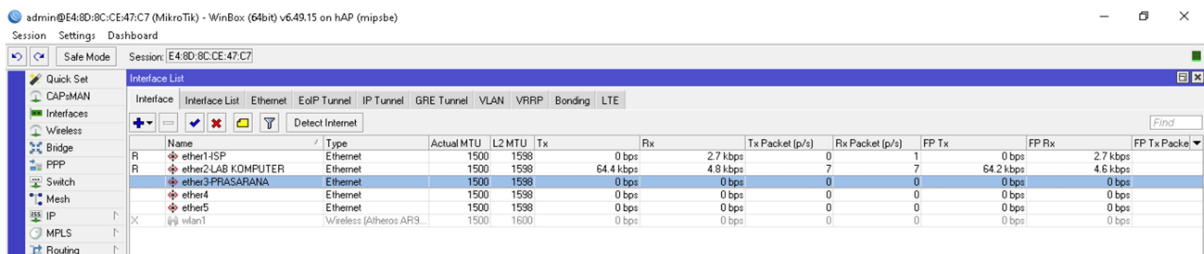
Gambar 3. Tampilan awal Winbox

- 3). Pengaturan interface Aplikasi Winbox

Untuk mempermudah proses konfigurasi jaringan pada tahap selanjutnya, diperlukan penggantian nama setiap interface yang akan digunakan, agar sesuai dengan fungsi atau peruntukannya masing-masing. Penamaan interface ini bertujuan agar administrator jaringan lebih mudah dalam melakukan identifikasi serta pengelolaan konfigurasi pada perangkat MikroTik RouterOS melalui aplikasi Winbox. Oleh karena itu, setiap interface pada perangkat MikroTik diberikan nama yang disesuaikan dengan perannya dalam jaringan. Penamaan tersebut dilakukan untuk meningkatkan kejelasan struktur jaringan serta meminimalkan kesalahan saat proses konfigurasi berikutnya. Berikut merupakan proses penamaan interface yang digunakan:



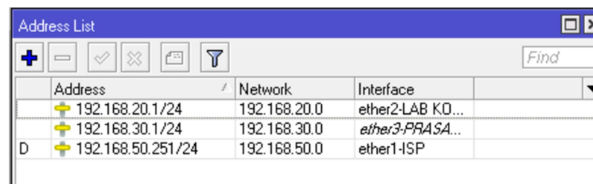
Gambar 4. Tampilan Pengaturan Interface



Gambar 5. Tampilan Interface List

4). Konfigurasi IP Address

IP Address merupakan alamat unik yang diberikan kepada setiap perangkat yang terhubung dalam suatu jaringan komputer. Alamat ini berfungsi sebagai identitas perangkat sehingga memungkinkan terjadinya proses identifikasi dan komunikasi data antarperangkat dalam jaringan. Adapun konfigurasi IP address yang diterapkan pada masing-masing interface adalah sebagai berikut:

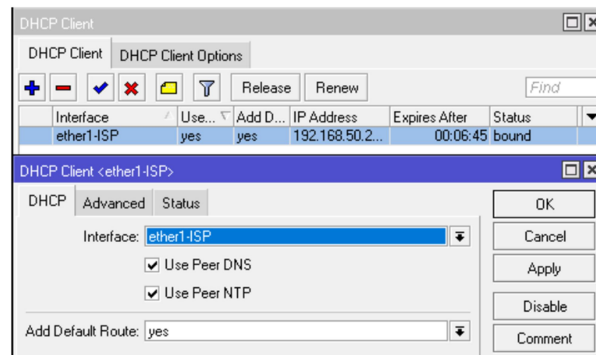


Gambar 6. Tampilan IP Address

5). Konfigurasi DHCP Client

Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) Client adalah fitur pada perangkat jaringan yang berfungsi untuk mendapatkan alamat IP secara otomatis dari DHCP Server. Dengan menggunakan DHCP Client, perangkat tidak perlu dikonfigurasi secara manual karena IP address, gateway, DNS, dan parameter jaringan lainnya akan diberikan langsung oleh server. Dengan konfigurasi DHCP Client tersebut, router MikroTik akan secara otomatis memperoleh alamat IP dan parameter jaringan

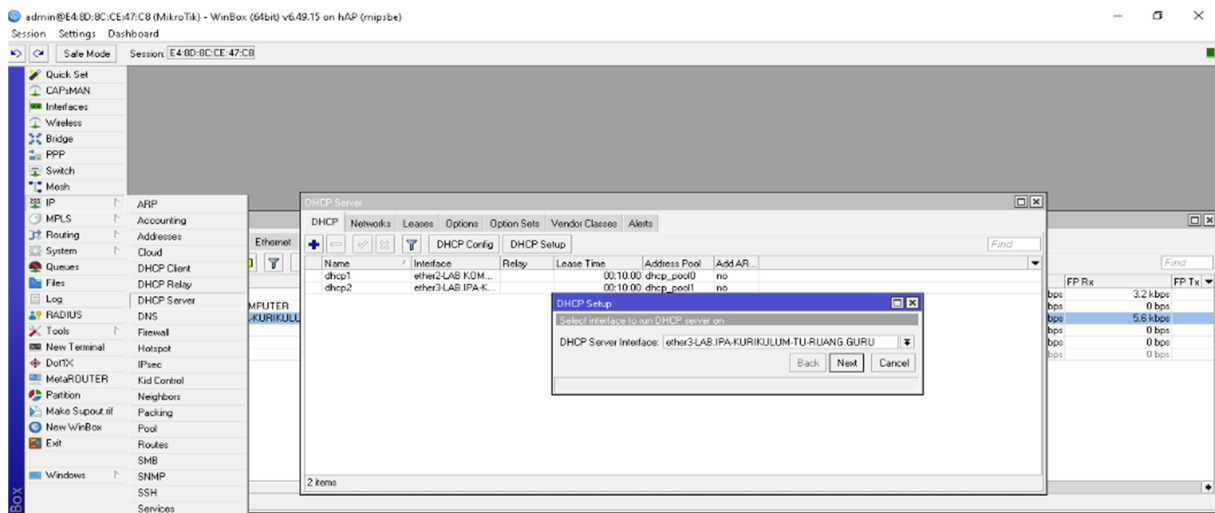
dari ISP, sehingga koneksi internet dapat digunakan dan dikelola untuk kebutuhan jaringan selanjutnya seperti manajemen bandwidth atau pembagian akses internet.



Gambar 7. Tampilan DHCP Client

6). Konfigurasi *DHCP Server*

Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) Server adalah layanan jaringan yang berfungsi untuk membagikan alamat IP secara otomatis kepada perangkat yang terhubung ke jaringan. Dengan adanya DHCP Server, perangkat klien tidak perlu mengatur IP address secara manual karena konfigurasi seperti IP address, gateway, dan DNS akan diberikan secara otomatis oleh server. Pada perangkat yang menggunakan MikroTik RouterOS, DHCP Server biasanya diterapkan pada interface LAN agar komputer atau perangkat lain yang terhubung dapat memperoleh IP address secara otomatis.



Gambar 8. Tampilan DHCP Server

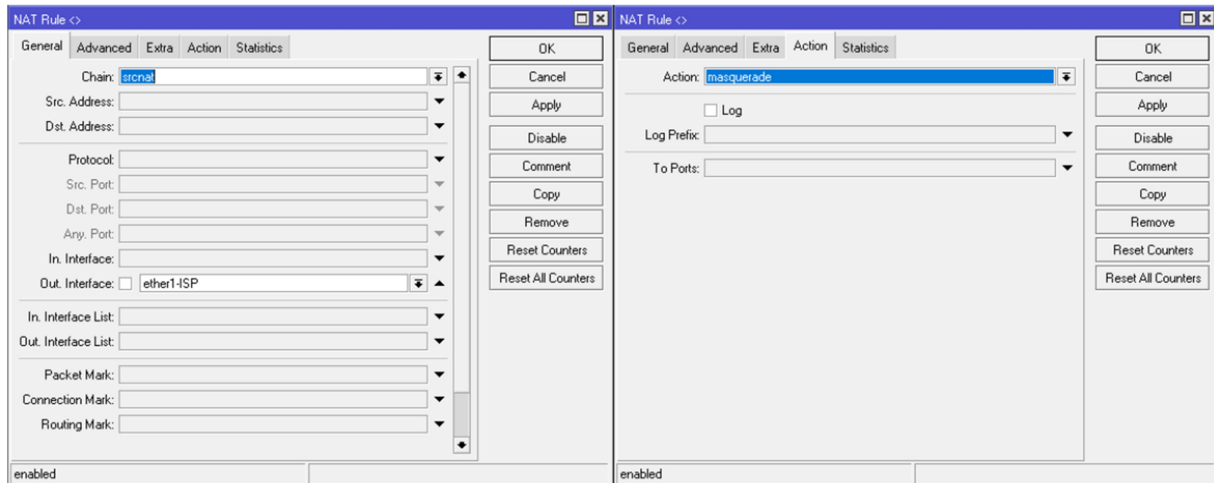
7). Konfigurasi *IP DHCP Leases Static*

Agar perangkat utama di area prasarana (Kurikulum, TU, dan Guru, Lab IPA) mendapatkan IP yang konsisten meskipun terhubung melalui Modem WiFi (AP Bridge), dilakukan penguncian IP melalui menu DHCP Leases. Hal ini bertujuan agar perangkat prioritas di Prasarana selalu berada pada rentang IP 192.168.30.2 hingga 192.168.30.12, memudahkan pengaturan prioritas pada langkah selanjutnya.

8). Konfigurasi NAT (*Network Address Translation*)/*IP Firewall*

Setelah mendapatkan IP router ISP, selanjutnya adalah konfigurasi NAT. Fungsi NAT dengan action = masquerade dalam hal ini adalah mengubah IP Private menjadi IP Public, sehingga IP private tersebut dapat mengakses internet dan IP Firewall digunakan untuk mengatur, membatasi, dan

mengamankan lalu lintas data yang masuk maupun keluar dari jaringan. Firewall ini berfungsi untuk meningkatkan keamanan jaringan dengan mengontrol paket data yang boleh lewat atau diblokir.



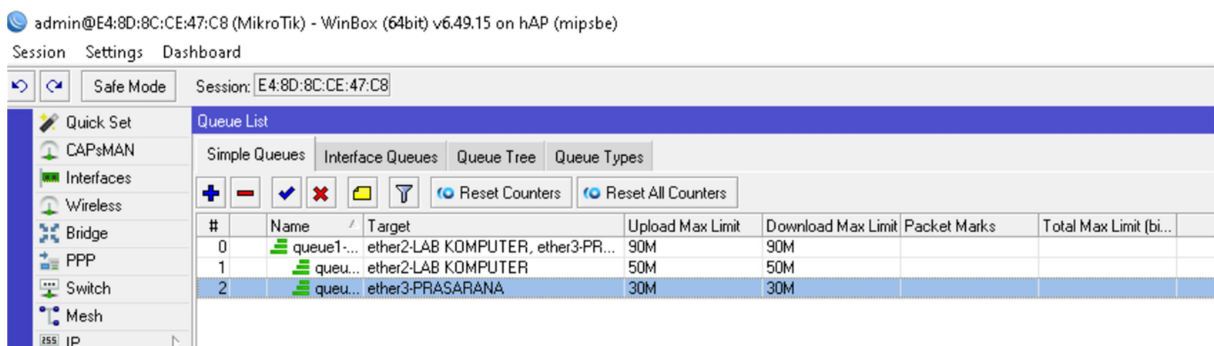
Gambar 9. Tampilan Konfigurasi NAT

9). Konfigurasi PCQ

Konfigurasi PCQ adalah pengaturan pada MikroTik yang digunakan untuk membagi bandwidth secara adil kepada setiap pengguna dalam jaringan. *Per Connection Queue* (PCQ) merupakan metode dalam manajemen bandwidth yang memungkinkan setiap client mendapatkan jatah bandwidth yang sama secara otomatis. Tujuan PCQ: a) Membagi bandwidth secara merata ke setiap pengguna; a) Mencegah satu pengguna menggunakan bandwidth secara berlebihan; c) Menjaga kestabilan dan kualitas jaringan.

Tahap selanjutnya dalam konfigurasi ini adalah pengalokasian bandwidth menggunakan metode simple queue. Cara yang paling mudah adalah klik menu Queues → klik tanda + → atur name → Target diisi dengan IP, Subnet, atau interface → atur max upload dan max download → Apply → OK.

Peneliti menambahkan parameter *parent* dan *child queue*. Mekanisme ini memungkinkan penggunaan bandwidth lebih dinamis dan lebih optimal, karena pembagiannya lebih fleksibel. Hasil konfigurasi PCQ ditunjukkan pada Gambar 10 berikut ini:



Gambar 10. Hasil Konfigurasi PCQ

3.2 Hasil Uji Koneksi Jaringan

Pengujian dilakukan terhadap 5 client aktif di SMP Negeri 3 Balung. Sebelum penerapan PCQ, kecepatan download dan upload pada setiap client bervariasi dan tidak merata; sebagian client memperoleh kecepatan tinggi meskipun kebutuhannya rendah, sementara client lain justru

mendapatkan kecepatan rendah walaupun membutuhkan akses lebih besar, sebagaimana disajikan pada Tabel dibawah ini:

Tabel 4. Hasil Uji Koneksi Sebelum Penerapan PCQ

No	Device	Download	Upload
1	PC 1	17.43 Mbps	28.57 Mbps
2	PC 2	35.47 Mbps	35.47 Mbps
3	PC 3	12.19 Mbps	6.24 Mbps
4	PC 4	25.69 Mbps	23.45 Mbps
5	PC 5	37.58 Mbps	43.28 Mbps

Tabel 5. Hasil Uji Koneksi Sesudah Penerapan PCQ

No	Device	Download	Upload
1	PC 1	9.06 Mbps	10.26 Mbps
2	PC 2	9.11 Mbps	8.98 Mbps
3	PC 3	9.26 Mbps	13.13 Mbps
4	PC 4	9.18 Mbps	8.66 Mbps
5	PC 5	9.14 Mbps	12.20 Mbps

Setelah penerapan PCQ dengan total bandwidth 50 Mbps, sistem secara otomatis membagi bandwidth secara merata kepada 5 client aktif, yaitu masing-masing memperoleh kecepatan download sekitar 9-10 Mbps. Hal ini membuktikan bahwa PCQ berhasil menciptakan pemerataan bandwidth dan mencegah dominasi penggunaan oleh client tertentu, tanpa ada pengguna yang melampaui batas limit at yang telah ditetapkan.

3.3 Hasil Analisis Quality of Service (QoS)

Pada kondisi sebelum penerapan PCQ, data capture menunjukkan total data diterima 7.413.327 byte dalam 90,621 detik dengan 7.005 paket dan 0 paket hilang, menghasilkan throughput 654 Kbps, delay 12,93 ms, dan packet loss 0%. Pada kondisi sesudah penerapan PCQ, data capture menunjukkan total data diterima 474.872 byte dalam 129,281 detik dengan 1.291 paket dan 0 paket hilang. Nilai-nilai tersebut selanjutnya dibandingkan dan dikategorikan berdasarkan standar TIPHON pada Tabel 6:

Tabel 6. Perbandingan Parameter QoS Sebelum dan Sesudah Penerapan PCQ

Parameter	Sebelum	Sesudah	Selisih	Indeks TIPHON	Kategori
Throughput	654 Kbps	764 Kbps	+110 Kbps	4	Sangat Bagus
Packet Loss	0%	0%	0%	4	Sangat Bagus
Delay	12.93 ms	10.63 ms	-2.3 ms	4	Sangat Bagus

Nilai *throughput* meningkat sebesar 110 Kbps (dari 654 Kbps menjadi 764 Kbps), yang mengindikasikan bahwa penerapan PCQ berhasil mengoptimalkan utilisasi jalur data sehingga kapasitas data yang dapat dilewatkan per detik menjadi lebih besar. Nilai *packet loss* pada kedua kondisi tetap 0%, yang menurut standar TIPHON berada pada indeks 4 (sangat bagus), membuktikan stabilitas infrastruktur jaringan dalam menangani beban trafik tanpa kehilangan paket. Nilai *delay* menurun 2,3 ms (dari 12,93 ms menjadi 10,63 ms) dan tetap berada pada kategori sangat bagus (< 150 ms), menunjukkan bahwa pemrosesan paket data pada router menjadi lebih responsif setelah diterapkannya konfigurasi antrean PCQ yang tepat.

4. KESIMPULAN

Penerapan metode Per Connection Queue (PCQ) pada router MikroTik di SMP Negeri 3 Balung dilakukan melalui tahapan konfigurasi interface, IP Address, DHCP Client dan Server, NAT, serta manajemen bandwidth menggunakan Simple Queue tipe PCQ melalui aplikasi Winbox. Sebelum penerapan PCQ, pembagian bandwidth antar client tidak merata; setelah PCQ diterapkan dengan total bandwidth 50 Mbps, bandwidth terdistribusi otomatis dan merata dengan setiap client aktif memperoleh sekitar 9-10 Mbps.

Analisis QoS menggunakan Wireshark menunjukkan peningkatan performa jaringan yang signifikan, yaitu throughput meningkat dari 654 Kbps menjadi 764 Kbps, delay menurun dari 12,93 ms menjadi 10,63 ms, dan packet loss tetap 0%. Berdasarkan standar TIPHON, seluruh parameter QoS berada pada kategori sangat bagus, sehingga dapat disimpulkan bahwa metode PCQ efektif meningkatkan pemerataan bandwidth sekaligus kualitas layanan jaringan di SMP Negeri 3 Balung. Penelitian selanjutnya disarankan menguji jumlah client yang lebih banyak agar hasil analisis lebih mendekati kondisi nyata, serta melakukan monitoring jaringan secara berkala untuk menjaga performa manajemen bandwidth.

REFERENSI

- [1] M. Rahman et al., "Optimalisasi Jangkauan Sinyal Wireless Fidelity Menggunakan Mi WiFi Range Extender Pro," *J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 164–171, 2023, doi: 10.37859/coscitech.v4i1.4630.
- [2] M. Rahman and M. Dasuki, "Implementasi access control list (ACL) sebagai metode proteksi dan traffic control pada infrastruktur jaringan local area network (LAN)," *J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 6, no. 1, pp. 68–76, 2025, doi: 10.37859/coscitech.v6i1.9102.
- [3] W. Stallings, *Data and Computer Communications*, 10th ed. Boston: Pearson Education, 2014.
- [4] F. D. Firmansyah, D. M. Efendi, dan Verawati, "Manajemen bandwidth menggunakan Mikrotik dengan metode simple queue pada PT. Bintang Kharisma Jaya 2 Gisting," *Jurnal Informatika Software dan Network*, 2021.
- [5] M. I. Iskandara, R. Satraa, dan L. Syafiea, "Analisis performansi jaringan dengan metode Per Connection Queue (PCQ) dan Hierarchical Token Bucket (HTB) di SMK Latanro Enrekang," *Buletin Sistem Informasi dan Teknologi Islam*, vol. 4, no. 1, Feb. 2023.
- [6] F. S. Mukti dan S. L. Roza, "Integrasi metode PCQ dan HTB untuk mengoptimalkan penggunaan bandwidth internet di lingkungan sekolah," *Jurnal Ilmiah NERO*, vol. 8, no. 1, 2023.
- [7] Subhiyanto, "Implementasi manajemen bandwidth dengan metode Hierarchical Token Bucket (HTB) dan Per Connection Queue (PCQ) pada STMIK Antar Bangsa," *Jurnal Teknik Informatika STMIK Antar Bangsa*, vol. 7, no. 2, Agu. 2021.
- [8] M. Rahman, R. B. Hadhwika, and A. I. Zahro, "Penerapan Model Network Development Life Cycle (NDLC) Pada Infrastruktur Jaringan Internet Kantor Desa Kemiri," *J. Publ. Tek. Inform.*, vol. 2, no. 3, 2023, doi: 10.55606/jupti.v2i3.1790.
- [9] M. Rahman, M. Dasuki, and H. Oktavianto, "Implementasi Manajemen Bandwidth Simple Queue Sebagai Optimalisasi Layanan Jaringan Internet Warga Menggunakan Metode NDLC," *J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 27–35, 2024, doi: 10.37859/coscitech.v5i1.6899.
- [10] A. Azis, M. Rahman, H. W. Sulisty, and H. Oktavianto, "Manajemen Bandwidth dengan Hierarchical Token Bucket (HTB) untuk Meningkatkan Efisiensi Jaringan Internet," *JUSTIFY J. Sist. Inf. Ibrahimy*, vol. 4, no. 2, pp. 89–97, 2026, doi: 10.35316/justify.v4i2.9016.